

US 2005/0061285 A1



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Gebrauchsmusterschrift**  
⑩ **DE 201 21 215 U 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 02 F 1/10**

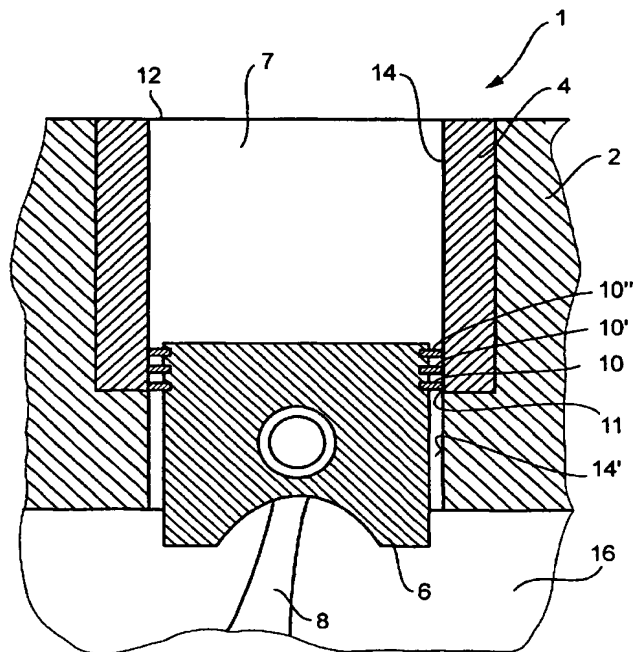
②① Aktenzeichen: 201 21 215.3  
⑤⑦ Anmeldetag: 31. 10. 2001  
aus Patentanmeldung: 101 53 720.4  
④⑦ Eintragungstag: 11. 4. 2002  
④③ Bekanntmachung  
im Patentblatt: 16. 5. 2002

DE 201 21 215 U 1

⑦③ Inhaber:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑤④ Zylinderkurbelgehäuse mit einer Zylinderlaufbuchse und Gießwerkzeug

⑤⑦ Zylinderkurbelgehäuse (2) einer Brennkraftmaschine (1) aus einer Aluminium-Druckgusslegierung mit mindestens einer Zylinderbohrung (7), die mindestens eine Zylinderlaufbuchse (4, 4') aus einer übereutektischen Aluminium-Siliziumlegierung aufweist, in der axial bewegbar jeweils ein Kolben (6) angeordnet ist, wobei der Kolben mindestens einen Kolbenring (10-10''), ein Kolbenhemd und eine Kolbenkrone umfasst, der Kolben (6) in seiner Bewegung bezüglich des Kolbenringes (10) einen oberen und einen unteren Totpunkt (11) aufweist, dadurch gekennzeichnet,  
- dass die Zylinderlaufbuchse (4, 4') weitestens 10 mm unterhalb eines untersten Kolbenringes (10) im unteren Totpunktes (11) endet und  
- und ein Zylinderlauffläche (14') der Zylinderbohrung (7) unterhalb der Zylinderlaufbuchse (4, 4') aus der Aluminium-Druckgusslegierung besteht.



DE 201 21 215 U 1

14.02.02

DaimlerChrysler AG

Rauscher

16.08.01

5

Zylinderkurbelgehäuse mit einer Zylinderlaufbuchse und Gieß-  
werkzeug

10 Die Erfindung betrifft ein Zylinderkurbelgehäuse nach dem Ober-  
begriff des Anspruchs 1 und ein Gießwerkzeug nach Anspruch 3.

15 Zylinderkurbelgehäuse werden zur Gewichtsersparnis zunehmend  
aus Aluminiumlegierungen in verschiedenen Gießverfahren, bevor-  
zugt im Druckguss gefertigt. Da Aluminiumlegierungen, die gut  
15 gießbar sind, oft den tribologischen Anforderungen entlang der  
Zylinderlauflächen nicht entsprechen, werden in diesen Berei-  
chen Maßnahmen zur lokalen Verbesserungen der Werkstoffeigen-  
schaften getroffen. Eine dieser Maßnahmen ist das Eingießen von  
Zylinderlaufbuchsen.

20

Die DE 44 38 550 C2 beschreibt gattungsbildend ein Kurbelgehäu-  
se mit Zylinderlaufbuchsen aus übereutektischen Aluminium-  
Siliziumlegierungen. Die dort beschriebenen Legierungen sind  
auf Grund ihres hohen Siliziumgehaltes besonders verschleißbe-  
25 ständig. Zudem weisen derartige Zylinderlaufbuchsen ein niedri-  
ges spezifisches Gewicht auf und was im Gegensatz zu Zylinder-  
laufbuchsen auf Eisenbasis besonders vorteilhaft ist, ihr ther-  
mischer Ausdehnungskoeffizient liegt näher an dem der Alumini-  
um-Gusslegierung als der Ausdehnungskoeffizient des Eisens.

30

Unabhängig von der Art der Buchse tritt jedoch in der Zylinder-  
bohrung ein Temperaturgradient auf. Im oberen Bereich - in der  
Nähe zur Trennfläche zum Zylinderkopf - herrschen auf Grund der  
dort stattfindender Verbrennung motorseitig Temperaturen von  
35 etwa 200° C. Im unteren Bereich der Bohrung in Höhe des unteren  
Totpunktes des Kolbens liegen die motorseitigen Temperaturen in  
der Zylinderbohrung je nach Motor zwischen 130° C und 150° C.

DE 20121215 U1

14.02.02

- Dieser Temperaturgradient, der zwischen 50° C und 70° C liegt, verursacht durch die thermische Ausdehnung eine leicht konische Form der Zylinderbohrung, die sich hierdurch von oben nach unten verengt. Deshalb ist es erforderlich die Toleranzen des Kolbens, insbesondere des Kolbenrings so auszulegen, dass sowohl im unteren Bereich genügend Spiel vorhanden ist und im oberen Bereich der auftretende Spalt minimal bleibt.
- Der hierzu nötige Kompromiss ist im täglichen Gebrauch derartiger Motoren akzeptabel und führt zu keinerlei Beschädigung oder Alterungen der Motoren. Dennoch liefert dieser Nachteil im Hinblick auf eine Verbrauchsreduzierung und in Hinblick auf eine Leistungssteigerung der Motoren Anlass für Verbesserungsmaßnahmen.
- Ausgehend vom Stand der Technik liegt die Aufgabe der Erfindung darin, die konische Verformung der Zylinderbohrung, die durch den vorherrschenden Temperaturgradienten hervorgerufen wird, zu reduzieren.
- Die Lösung der Aufgabe besteht in einem Zylinderkurbelgehäuse nach Anspruch 1 und in einem Gießwerkzeug nach Anspruch 3.
- Das Zylinderkurbelgehäuse nach Anspruch 1 weist bevorzugt mehrere Zylinderbohrungen auf, die jeweils mit einer Zylinderlaufbuchse versehen sind. Das Zylinderkurbelgehäuse besteht aus einer Aluminiumgießlegierung, die Zylinderlaufbuchse besteht aus einer übereutektischen Aluminium-Silizium-Legierung. Bevorzugt liegt der Siliziumanteil der Legierung zwischen 23 % und 28 % Die Zylinderlaufbuchse ist dabei derart verkürzt, dass sie möglichst unmittelbar unterhalb eines untersten Kolbenrings im unteren Todpunkt des Kolbens endet.
- Die Zylinderbohrung läuft unterhalb des unteren Todpunktes je nach Motorauslegung etwa 20 mm bis 50 mm weiter. Die Oberfläche

DE 20121215 U1

14.02.02

der Zylinderbohrung (Zylinderlauffläche) ist in diesem Bereich durch die Aluminium-Druckgusslegierung gebildet.

Die Aluminium-Druckgusslegierung (im Folgenden vereinfacht Aluminium genannt) weist einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten  $\alpha$  von etwa  $22 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  auf. Die Aluminium-Silizium-Legierung der Zylinderlaufbuchse weist einen  $\alpha$ -Wert von  $15 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  bis  $17 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  auf. Dies führt zu einer höheren relativen Materialausdehnung im unteren Bereich der Zylinderbohrung, unterhalb der Zylinderlaufbuchse. Durch die niedrigere dort vorherrschende Temperatur in Kombination mit einer lokal höheren Materialausdehnung wird die Konusbildung in der Zylinderbohrung entsprechend der Aufgabenstellung weitgehend kompensiert.

Bevorzugt endet die Zylinderlaufbuchse möglichst nahe unterhalb des untersten Kolbenrings im unteren Todpunkt, damit die beschriebene Wirkung der Wärmeausdehnung vorteilhaft genutzt wird. Die Verlängerung der Zylinderlaufbuchse über den unteren Todpunkt hinaus wird je nach vorherrschenden Temperaturgradienten bestimmt. Versuche haben jedoch gezeigt dass die vorteilhafte Wirkung der Erfindung beeinträchtigt wird, wenn die Buchse weiter als 20 mm unterhalb des untern Todpunktes endet.

Weiterhin vorteilhaft ist eine rechtwinklige untere Abschlusskante der Zylinderlaufbuchse. Aus gießtechnischen Gründen weisen in der Praxis die meisten Zylinderlaufbuchsen an ihrer unteren Außenseite eine Fase auf. Diese Fase dient der Schmelzenführung während eines Gießprozesses. Die Fase führt im Betriebszustand bei axialem Druck auf die Buchse zu radialen Kräften im Bereich der Fase, was sich negativ auf die Anbindung Buchse zu Kurbelgehäuse auswirkt.

Ein weiterer Bestandteil der Erfindung ist ein Gießwerkzeug zur Herstellung eines Zylinderkurbelgehäuses nach Anspruch 3. Das Gießwerkzeug weist mindestens eine Pinole auf, die zur Darstellung der Zylinderbohrung geeignet ist. Auf der Pinole befindet

DE 20121215 U1

14.02.02

sich eine Zylinderlaufbuchse aus einer übereutektischen Al-Si-Legierung. Die Buchse bedeckt maximal 85 % der Pinole in derart, dass sie im oberen Bereich (hinsichtlich einer Zylinderkopfseite) an einer Wand des Gießwerkzeugs anliegt.

5

- Ein Anguss des Gießwerkzeugs, der zur Befüllung des Gießwerkzeuges durch ein Gießmetall dient, ist so angebracht, dass eine Hauptstromrichtung des Gießmetalls die Pinole von ihrer Unterseite (seitens des späteren Ölraumes) her trifft. Durch die Verkürzung der Zylinderlaufbuchse liegt die Buchse außerhalb der Hauptstromrichtung des Gießmetalls und wird von der Pinole und der Werkzeugwand abgeschirmt. Dies wirkt sich günstig auf die Anbindung der Buchse an das Bauteil aus, da Verwirbelungen beim Auftreffen des Gießmetalls auf die Buchse reduziert werden. Eine bessere Anbindung zwischen Buchse und Kurbelgehäuse erlaubt neben weiteren Vorteilen höhere Drücke in der Zylinderbohrung, insbesondere in einem Brennraum.

- Die Zylinderlaufbuchse ist zwar mit so engen Toleranzen belegt, dass sie für einen Gießvorgang ausreichend fest auf der Pinole positioniert ist, in einer Serienproduktion ist jedoch für einen ungestörten Produktionsablauf eine Fixierung der Buchse auf der Pinole zweckmäßig.

- Die Fixierung kann durch eine Nase erfolgen, die die Buchse auf Distanz zu einer unteren Werkzeugwand hält. Die Nase kann zur besseren Entformbarkeit teilweise in einer Aussparung der Pinole versenkt sein.

- Im Folgenden werden bevorzugte Ausgestaltungsformen an Hand von vier Zeichnungen beschrieben.

Es zeigen:

- Fig. 1 einen Ausschnitt eines Hubkolbenmotors mit Zylinderkurbelgehäuse, Zylinderlaufbuchse und Kolben,

DE 201 21 215 U1

14.03.02

**Fig. 2** den Ausschnitt aus **Fig. 1** ohne Kolben mit Darstellung von mechanischen und thermischen Größen,

**Fig. 3** einen Ausschnitt eines Gießwerkzeuges zur Herstellung eines Zylinderkurbelgehäuses,

5 **Fig. 4** eine dreidimensionale Ansicht eines Ausschnittes eines Gießwerkzeuges mit einer Pinole und einer Zylinderlaufbuchse.

10 In **Fig. 1** ist ein Ausschnitt aus einem Hubkolbenmotor 1 im Bereich eines Zylinderkurbelgehäuses 2 (Kurbelgehäuse) mit einer Zylinderbohrung 7 dargestellt. Die Zylinderbohrung 7 ist axial teilweise durch eine Zylinderlaufbuchse 4 gebildet, die in das Kurbelgehäuse 2 eingegossen ist. In der Zylinderbohrung 7 wird ein Kolben 6 geführt, der über ein Pleuel 8 mit einer nicht dargestellten Kurbelwelle verbunden ist. Der Kolben 6 streift bei seiner Bewegung mit Kolbenringen 10 bis 10'' die Zylinderlauf-  
15 lauffläche 14. Im oberen Bereich der **Fig. 1** weist das Kurbelgehäuse eine Trennfläche 12 zu einem nicht dargestellten Zylinderkopf auf.

20 Die Zylinderlaufbuchse 4 verläuft in der Zylinderbohrung 7 soweit, bis der unterste Todpunkt des untersten Kolbenringes um 5 mm überschritten ist. Die Oberfläche der Zylinderlaufbuchse 7 bildet in diesem Bereich die Zylinderlauf-  
25 lauffläche 14. 5 mm unterhalb des unteren Todpunktes 11 des untersten Kolbenrings 10 wird die Zylinderlauf-  
30 lauffläche 14' durch das Material des Kurbelgehäuses gebildet.

Die Wirkungsweise der erfindungsgemäßen Maßnahme im Zylinderkurbelgehäuse wird an Hand der **Fig. 2** erläutert. In **Fig. 2** ist der bis zu einer angrenzenden Zylinderlaufbuchse 4' erweiterte Ausschnitt des Zylinderkurbelgehäuses 2 mit Ausnahme des Kolbens 6 dargestellt. In der Zylinderbohrung 7 herrscht ein Temperaturgradient  $\Delta T$  vor, wobei  $T_1$  mit ca.  $200^\circ\text{C}$  größer ist als  $T_2$  mit ca.  $140^\circ\text{C}$ . Das Material der Zylinderlaufbuchse, eine über-  
35 bereutektische Aluminium-Silizium Legierung mit 25% Silizium

DE 20121215 U1

14.00.02

(im Folgenden AlSi genannt) weist einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten  $\alpha_1$  von ca.  $16 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  auf. Der Ausdehnungskoeffizient  $\alpha_2$  des Aluminiums, das im unteren Bereichs der Zylinderbohrung 7 die Zylinderlaufläche 14' (vgl. Fig. 1) bildet, beträgt ca.  $23 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . Der höhere Ausdehnungskoeffizient  $\alpha_2$  des Aluminiums führt bei der niedrigeren Temperatur von  $140^\circ\text{C}$  zu der nahezu gleichen Ausdehnung wie die Ausdehnung im Bereich der Buchse 4 ( $200^\circ\text{C}$  mit einer Ausdehnung von  $16 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ). Eine konische Verformung der Zylinderbohrung 7 im Betriebszustand des Motors wird somit durch die erfindungsgemäße Anordnung verhindert.

Durch die Erfindung ergeben sich zusätzlich weitere Vorteile für den Betrieb des Motors und für die Herstellung des Kurbelgehäuses 2. In Fig. 3 ist ein Ausschnitt eines erfindungsgemäßen Gießwerkzeugs 22 mit einem schematischen Verlauf eines Schmelzenstroms 26 eines Gießmetalls dargestellt. Hierbei ist der Abstand zwischen den Buchsen und die Dicke der Buchse stark vergrößert dargestellt. Das Gießmetall ist eine Aluminiumlegierung (AlSi9Cu3), die unter Druck in das Gießwerkzeug 22 gefüllt wird. Der Fluss 26 des Gießmetalls wird in den engen, ca. 3 mm breiten Steg 36 zwischen der Zylinderlaufbuchsen 4, 4' geleitet. In dem engen Bereich des Steges 36 ist die Masse pro Zeiteinheit der dort bewegten Aluminiumschmelze geringer und mit weniger kinetischen Energie behaftet, als im Bereich des Hauptschmelzenstromes 25, über den die Volumenbefüllung des Gießwerkzeuges erfolgt.

Würde der Hauptschmelzenstrom 25 direkt mit seiner gesamten kinetischen Energie auf die Zylinderlaufbuchse 4 treffen, würde dieser dort abprallen was, zu Lunkern bzw. Hohlräumen unterhalb der Zylinderlaufbuchse 4 oder zum Aufschmelzen der Zylinderlaufbuchse 4 führen würde. Durch die geringere mechanische und thermische Belastung der Zylinderlaufbuchse im erfindungsgemäßen Gießwerkzeug ist es möglich, die Wandstärke der Zylinderlaufbuchse gegenüber herkömmlichen Zylinderlaufbuchse deutlich

DE 20121215 U1

14.02.02

zu reduzieren. Weiterhin wird der Füllquerschnitt im unteren Stegbereich größer. Die Folge ist eine größere Metallmenge pro Zeiteinheit, was zu geringeren Temperaturverlusten und damit zu besseren Anschmelzen der Buchse führt.

5

Die Zylinderlaufbuchse 4 wird durch eine Nase 32 gegen eine obere Wand 40 des Gießwerkzeugs 22 gedrückt. Die Nase 32 ist an einer Unterseite 42 des Gießwerkzeugs 22 befestigt. Die Pinole 24 weist eine Vertiefung 34 auf, die beim Schließen des Gießwerkzeugs 22 und bei der Positionierung der Pinole 24 die Nase 32 teilweise aufnimmt. Ein kleinerer Teil der Nase 32 steht bezüglich der Pinole 24 radial hervor und bildet den Stützbereich 36 für die Zylinderlaufbuchse 4.

Der Stützbereich 36 ist so breit gewählt, dass die Vertiefung, die er im gegossenen Kurbelgehäuse verursacht, durch nachträgliches Bearbeiten ausgleichbar ist. Die Vorteile dieser Anordnung besteht darin, dass die Nase so groß dimensioniert werden kann, dass sie während des Gießprozesses nicht abbricht oder andersartig beschädigt wird und darin, dass sie in der Geometrie des Kurbelgehäuses nicht abgebildet wird.

In Fig. 4 ist die Anordnung der Nase 32 und deren stützende Wirkung auf die Zylinderlaufbuchse 4 an Hand eines dreidimensionalen Ausschnittes eines Gießwerkzeugs 22 veranschaulicht. Die Nase 32 ist in einer, in Fig. 4 nicht sichtbaren Vertiefung versenkt. Beim Öffnen des Gießwerkzeugs 22 und dem Entformen des Zylinderkurbelgehäuses wird die Pinole 24, die eine leicht konische Form aufweist, in Richtung des Pfeils 44 aus der Zylinderlaufbuchse 4 bewegt.

Durch die gestrichelte Linien ist eine Zylinderlaufbuchse 28 nach herkömmlicher Bauart angedeutet, die direkt dem Schmelzenstrom ausgesetzt ist. Durch eine Fase 29 wird in der herkömmlichen Anordnung ein Ablenken des Hauptschmelzenstroms 25 verhindert.

DE 20121215 U1



14.02.02

Durch das erfindungsgemäße Gießwerkzeug 22, das die bezüglich der Pinole 24 verkürzte Zylinderlaufbuchse 4 umfasst, werden die bereits beschriebenen Vorteile zu Vermeidung des Konuses in der Zylinderbohrung erzielt, zudem wird die Anbindung zwischen der Zylinderlaufbuchse 4 und dem Kurbelgehäuse 2 verbessert.

Die nahezu rechtwinklige Unterkante 15 der Zylinderlaufbuchse 4 (vgl. Fig. 2) bewirkt im Betriebszustand des Motors 1 zudem, dass die wirkende Kraft F nahezu vollständig durch das Kurbelgehäuse 2 aufgenommen wird. Würde die Zylinderlaufbuchse eine Fase 29 aufweisen, wie die in Fig. 3 gestrichelt dargestellte Zylinderlaufbuchse 28, würde dies zu einer radialen Kraftkomponente in Richtung des Zentrums der Zylinderbohrung führen. Dies kann wiederum eine konische Verformung der Zylinderlaufläche 14 zur Folge haben. Die Buchse ist durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung vor einem Setzen in der dargestellten Kraftrichtung F geschützt. Zur Vermeidung dieser Radialbewegung der Buchse trägt auch die durch das erfindungsgemäße Gießwerkzeug 22 erzielte bessere Anbindung zwischen der Zylinderlaufbuchse 4 und dem Kurbelgehäuse 22 bei.

Eine weiterer Vorteil besteht in einer, gegenüber dem Stand der Technik besseren Abschirmung eines Wassermantels, der in Fig. 2 exemplarisch und simplifiziert durch eine Kühlbohrung 18 zwischen den Zylinderlaufbuchsen 4 und 4' dargestellt ist und einem Ölraum 16. Durch die bessere Anbindung zwischen Zylinderlaufbuchse 4 und dem Kurbelgehäuse 2 werden mikroskopische Spalte 20 (die die Funktionalität an sich nicht beeinflussen) reduziert. Wasser, das durch die Bohrung 18 läuft und unter Umständen in die Spalte 20 gelangen kann, wird durch die nahezu rechtwinklige Unterkante 15 der Buchse 4 daran gehindert, in den Ölraum 16 einzudringen.

Neben den bisher genannten funktionalen Vorteilen der Erfindung, führt die erfindungsgemäße Verkürzung der Zylinderlaufbuchse zu einer Reduktion der Bauteilkosten, die auf den geringeren Materialverbrauch zurückzuführen ist.

DE 20121215 U1

14.02.02

DaimlerChrysler AG

Rauscher  
17.10.2001

5

Patentansprüche

1. Zylinderkurbelgehäuse (2) einer Brennkraftmaschine (1) aus  
10 einer Aluminium-Druckgusslegierung mit mindestens einer Zylinderbohrung (7), die mindestens eine Zylinderlaufbuchse (4, 4') aus einer übereutektischen Aluminium-Silizium-  
20 legierung aufweist, in der axial bewegbar jeweils ein Kolben (6) angeordnet ist, wobei der Kolben mindestens einen Kolbenring (10-10''), ein Kolbenhemd und eine Kolbenkrone umfasst, der Kolben (6) in seiner Bewegung bezüglich des  
25 Kolbenringes (10) einen oberen und einen unteren Todpunkt (11) aufweist,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
• dass die Zylinderlaufbuchse (4, 4') weitestens 10 mm  
unterhalb eines untersten Kolbenrings (10) im unteren  
Todpunktes (11) endet und  
• und ein Zylinderlauffläche (14') der Zylinderbohrung (7)  
unterhalb der Zylinderlaufbuchse (4, 4') aus der Aluminium-Druckgusslegierung besteht.
2. Zylinderkurbelgehäuse nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
30 dass die Zylinderlaufbuchse (4, 4') an einer unteren Abschlusskante (15) nahezu rechtwinklig ausgestaltet ist.
3. Gießwerkzeug (22) zur Herstellung eines Zylinderkurbelgehäuses (2) mit mindestens einer Zylinderbohrung (7) und  
mindestens einer Zylinderlaufbuchse (4, 4') nach Anspruch  
35 1, wobei das Gießwerkzeug (22) mindestens eine, durch Schieber bewegbare Pinole (24, 24') aufweist, die zur Dar-

DE 20121215 U1

14.02.02

stellung der Zylinderbohrung (7) dient, auf der Pinole (24, 24') die Zylinderlaufbuchse (4, 4') aufgesetzt ist, dadurch gekennzeichnet,

- dass die Zylinderlaufbuchse (4, 4') die Pinole (24, 24') in axialer Richtung maximal 85 % überdeckt und
- dass die Pinole (24, 24') die Zylinderlaufbuchse (4, 4') vor einem Hauptausbreitungsstrom (25) eines Gießmetalls abschirmt.

10 4. Gießwerkzeug nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Zylinderlaufbuchse (4, 4') auf der Pinole (24, 24') fixiert ist.

15 5. Gießwerkzeug nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Zylinderlaufbuchse (4, 4') auf der Pinole (24, 24') durch mindestens eine Nase (32) fixiert ist.

20 6. Gießwerkzeug nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Nase (32) teilweise in einer Aussparung (34) der Pinole (24, 24') versenkt ist und teilweise einen Stützbereich (36) für die Zylinderlaufbuchse (4, 25 4') bildet.

DE 20121215 U1

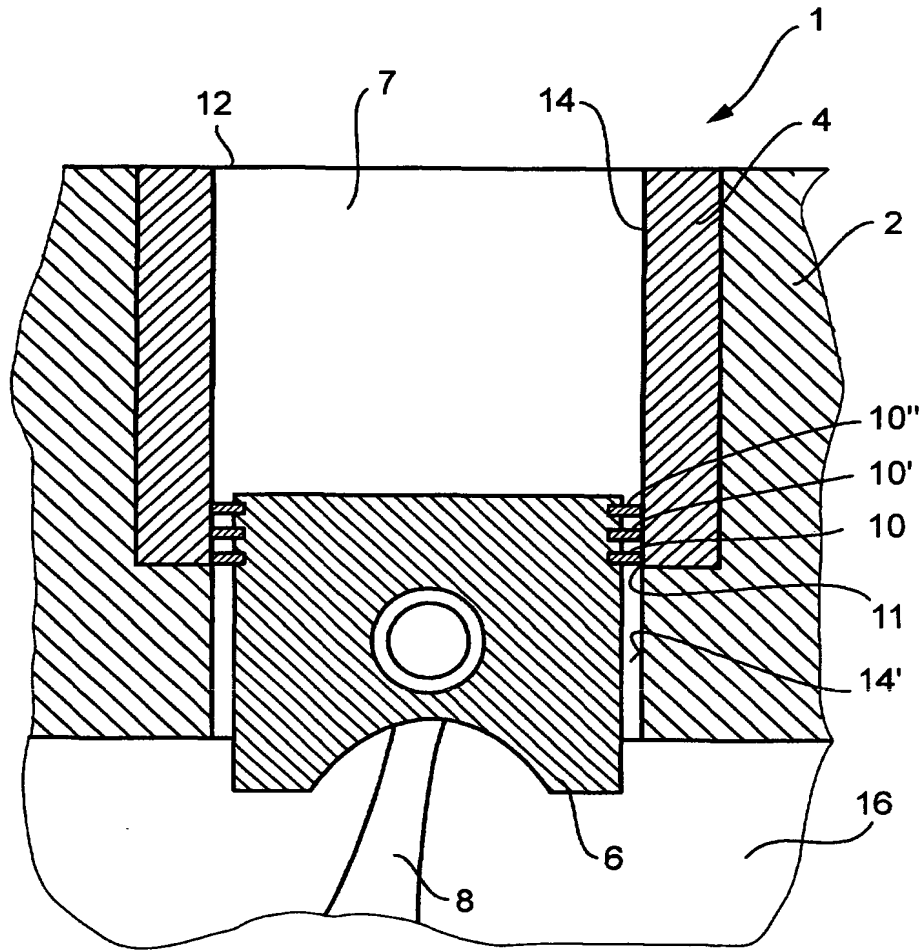


Fig. 1

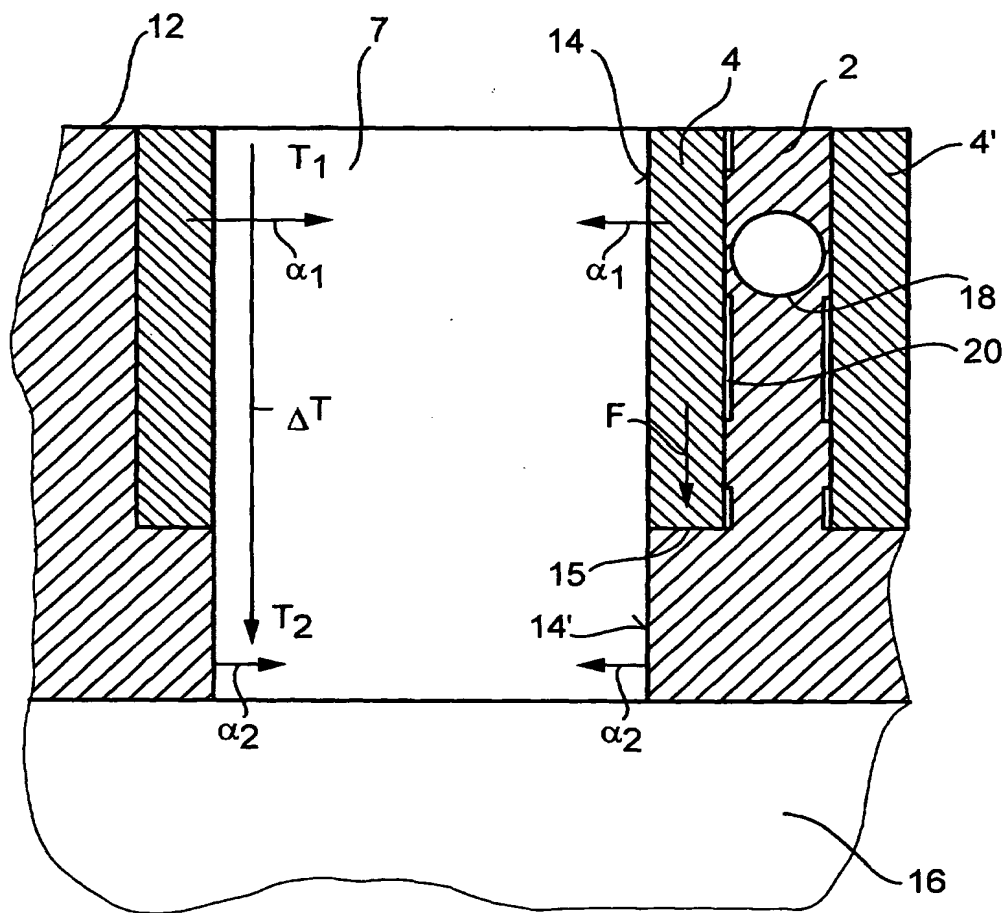


Fig. 2

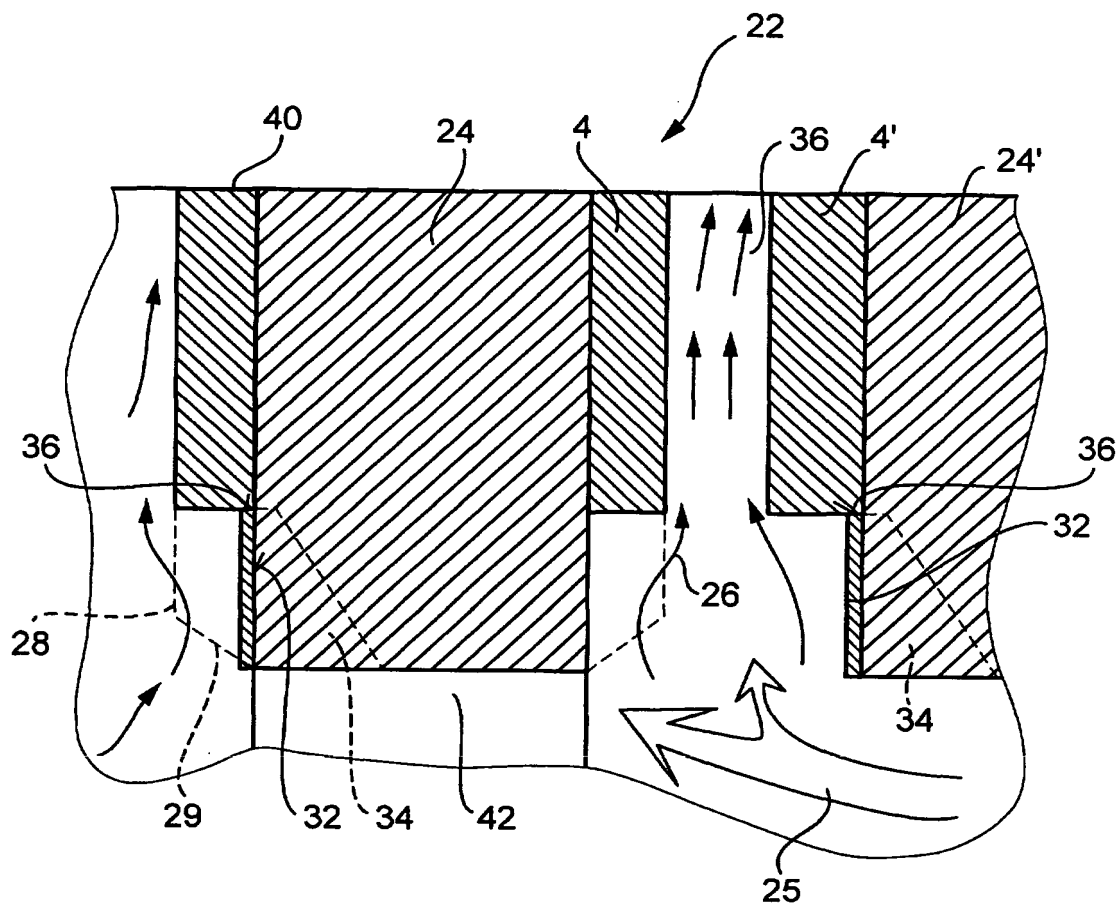


Fig. 3

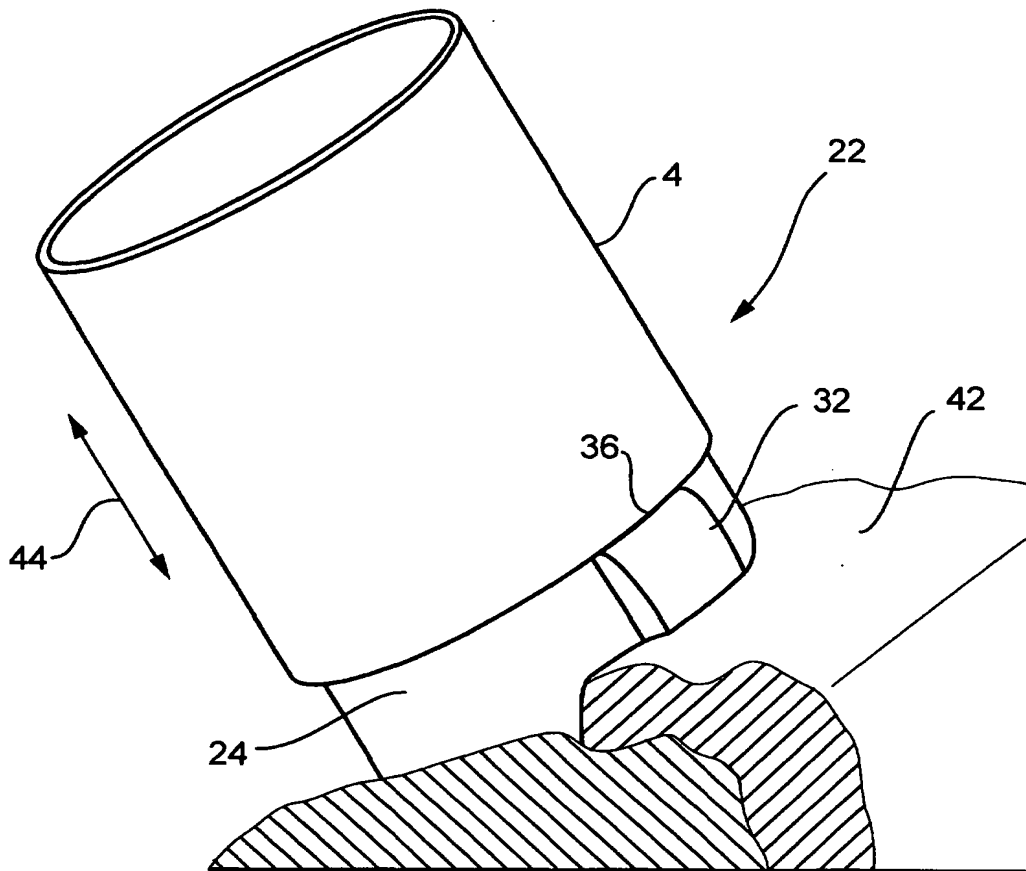


Fig. 4

